

Глава 4. Некоторые эволюционные наблюдения

Усложняющаяся система. В Солнечной системе существует множество факторов, взаимодействующих между собой, представляющих сложный комплекс сил и влияний, понимание которых важно как в отдельности, так и в совокупности. Среди этих факторов можно упомянуть пылевую компоненту, электромагнитное излучение Солнца во всех диапазонах (от радиодиапазона до жесткого рентгеновского); солнечный ветер, представляющий собой потоки заряженных частиц, которые постоянно распространяются от Солнца; галактические лучи, то есть высокоэнергичные частицы, которые ускоряются в магнитном поле других областей галактики и достигают Солнечной системы. Наконец, Солнечная система, помимо галактических лучей, постоянно пополняется веществом, поступающим из межзвездной среды, – нейтральными атомами и многим другим. Словом, Солнечная система представляет собой сложный конгломерат твердого вещества, нейтрального газа, плазмы, пыли, заряженных частиц и электромагнитных полей (Зеленый и др. 2009: 1120–1121).

Но это только физическая картина. Планетологическая характеристика, как мы видели, представляет собой сложную систему взаимодействия различных веществ в твердом, жидком, газообразном состоянии, ударные, вулканические, воздушные, температурные, гравитационные, химические и многие другие факторы, влияющие на рельеф и внутренние процессы на планете. Но могут быть и иные, не менее сложные аспекты. Предыдущая глава должна была убедить читателя, что с каждым новым открытием, а их множество, Солнечная система представляется все более сложной. Открываются сотни небесных тел в поясе Койпера и за ним. Обнаруживаются новые спутники у планет. Мало того, мы видели, что открываются спутники у самых разных тел: карликовых планет, крупных планетоидов и даже астероидов. Причем у последних есть не только одиночные спутники, такие как Дактиль у астероида Ида (243 Ida) или Маленький принц у астероида Евгения (45 Eugenia).

Очень скоро здесь обнаружили и системы спутников: например, у астероида Сильвия (87 Sylvia) их два – Ромул и Рем (Сурдин 2011). Открываются все новые кольца у крупных планет, теперь уже можно говорить о системе колец вокруг них. Также встречаются особые формы подобных конструкций. Например, внешнее кольцо Нептуна – незамкнутое. Отдельные его участки образуют дуги, или арки (Язев 2018: 248).

Мало того, существуют гипотезы и о кольцах у спутников планет. Так, предполагают существование системы из плоских концентрических образований, расположенных в экваториальной плоскости спутника Сатурна – Реи. Отметим также, что кольца обнаружены не только у всех планет-гигантов Солнечной системы, но даже у астероидов Харикло и Хирона, а также у карликовой планеты Хаумеа. Все это свидетельствует о том, что отдельные признаки, которые ранее встречались только у крупных объектов и ассоциировались лишь с ними, могут встречаться и у других классов объектов. Это можно наблюдать на всех уровнях природы и эволюции (так, крылья есть у птиц, насекомых, были у хищных ящеров и т. д.). Это тоже определенный *паттерн эволюции* – *использование уже готовых конструкций или решений с адаптацией к особенностям нового таксона или уровня*. В общественной жизни это наблюдается особенно широко. Всем известны случаи заимствования готовых религий, законов и конституций, денежных систем и т. п.

Представления о спутнике планеты по аналогии Земля – Луна должны восприниматься скорее как исключение, чем как правило (так же как аналогии с Солнечной системой для других планетных систем выглядят исключением, а не правилом, поскольку выяснилось, что планетная система в Солнечной системе – не типичная, а едва ли не уникальная). Однако сложность системы «планета – спутники» у крупных планет непрофессионалами пока не до конца осознается. Стоит напомнить, что у планет-гигантов их «свита» составляет десятки больших и малых спутников, среди которых выделяются главные и неглавные, внутренние и внешние, регулярные и нерегулярные. Спутники даже разбиваются астрономами на особые группы. Так, только нерегулярные спутники Сатурна разбиты на три группы. Мало того, в качестве спутников можно рассматривать и тела, входящие в кольца планет (в частности, вокруг Сатур-

на вращается, по приблизительным подсчетам, 10 млн спутников размером от 100 м). Таким образом, число вариаций систем «планета – спутники» огромно³⁶.

Наконец, мы видим, что *эволюция обычно представляет как бы континуум размеров* (это наблюдается от мелких частиц в кольцах до крупнейших спутников), а также то, что консолидация в крупные тела имеет свои пределы, поэтому они окружены различными мелкими телами. Все это можно наблюдать в социальной эволюции, да и в биологической, где много примеров симбиоза крупных и мелких организмов.

Загадка распределения спутников. Итак, у планет-гигантов, помимо колец, есть большое количество спутников. На момент написания книги у Юпитера обнаружено 79 спутников, у Сатурна – 62, у Урана – 27, у Нептуна – 14. И не исключено, что будут открыты другие. Для всех даже не хватает имен. И у маленького Плутона, и у меньших карликовых планет есть спутники. В то же время на все четыре внутренние планеты приходится только три спутника. У Меркурия и Венеры их нет (хотя, напомним, существует гипотеза, будто Меркурий был спутником Венеры, но удержать такой крупный спутник она не смогла), у Марса – два небольших (не имеющих формы шара – скорее всего, это захваченные астероиды). На этом фоне Луна выглядит исключением, но и в отношении нее далеко не все ясно. Недаром существует столько гипотез о ее происхождении. А также есть точка зрения, что Землю и Луну надо рассматривать не как планету и ее спутник, а как двойную планету, поскольку по соотношению масс между планетой и спутником Луна занимает первое место в Солнечной системе.

Ситуация, при которой планеты земной группы практически не имеют спутников при их множестве у других планет, вполне правомерно рассматривается как одна из самых удивительных особенностей Солнечной системы (Сурдин 2011). Когда спутники были известны только у Юпитера (четыре крупнейших, которые открыты еще в XVII в.), Иоганном Кеплером была создана довольно кра-

³⁶ Также предполагают, что у удаленных объектов в поясе Койпера спутники встречаются гораздо чаще, чем думали ранее, а стало быть, могут существовать какие-то иные, неизвестные нам пока механизмы их обретения. И что спутники крупных объектов пояса Койпера имеют иное происхождение, нежели спутники меньших по размеру объектов пояса. Причиной образования спутников планетоидов, скорее всего, является столкновение, а не «мягкий» гравитационный захват (Объекты... 2005).

сивая гипотеза, что число спутников удваивается с удалением от Солнца. Она, казалось, была подтверждена, когда А. Холл в 1877 г. открыл два спутника Марса. Получалось так: Земля – один спутник; Марс – два; Юпитер – четыре. Однако дальнейшие открытия уничтожили эту теорию. И это, кстати, показывает, как неправильная гипотеза может быть подтверждена научными фактами и длительное время считаться истинной в научных кругах.

В чем же причина такого неравномерного распределения спутников? Ответа на данный вопрос нет. Но с точки зрения эволюции ситуация выглядит относительно логично. Можно вспомнить в этой связи закон *неравномерного распределения вещества (концентрации вещества)*, который заключается в том, что основное количество вещества и энергии концентрируется в немногих, чаще всего наиболее крупных объектах. Другими словами, *большее собирает вокруг себя больше мелких тел*; материя идет к материи.

В целом распределение спутников соответствует величине планет. Нептун, правда, будучи третьей по массе (но четвертой по объему) планетой, оказался несколько «обделен», но, как предполагают, Уран и Нептун могли меняться орбитами (см.: Гринин 2017; см. также *Главу 7*). Конечно, сказанное не объясняет, почему небольшой Плутон имеет целых три спутника. Но в транснептуновом пространстве, в отличие от внутренней части Солнечной системы, огромное количество различных планетоидов (которых открыты уже многие сотни), поэтому Плутону было откуда «захватить» спутники³⁷. Стоит обратить внимание, что не случайно из четырех планет именно Марс имеет два спутника. Дело в том, что он ближе всех к поясу астероидов, где крутятся сотни тысяч тел. А околосолнечное пространство оказалось бедно на малые тела: во-первых, ледяные тела там таяли, во-вторых, они могли падать на Солнце либо быть сметены при миграции таких гигантов, как Юпитер и Сатурн (о чем уже шла речь в: Гринин 2017). Таким образом, помимо правила неравномерного распределения вещества, можно еще вспомнить следующее: *неравномерность, в том числе в концентрации вещества, является универсальным паттерном*

³⁷ По этому поводу существует много гипотез. Одна из них гласит, что Тритон является карликовой планетой, захваченной Нептуном из пояса Койпера. Другая – что Нептун захватил крупное тело, которое столкнулось на орбите с массивным спутником, в результате этого обломки получили неожиданные орбиты в поясе Койпера (Язев 2018: 252–253).

существующего порядка и эволюции (мы формулировали это как закон неравномерности развития). И эта неравномерность наглядно проявилась в ранней истории Солнечной системы при формировании и «прописке» спутников. Могли играть роль и какие-либо исторические случайности.

И еще одно замечание о космическом отборе. К. В. Холщевников (2012а: 62) пишет, что хотя с начала 1990-х гг. открыто уже великое множество небольших планет диаметром в сотни километров, которые движутся по схожим с Плутоном орбитам, не следует забывать, что они движутся по устойчивым орбитам. Именно поэтому мы их видим. А множество тел, которые попали на неустойчивые орбиты, исчезло. То есть налицо элементы отбора, формирования порядка, уничтожения всего, что в порядок не вписывается.

О роли случайностей. Таким образом (и мы еще будем об этом говорить), каждый раз подтверждается огромная роль случайностей в судьбах планет и небесных тел (не меньшая, чем в индивидуальных судьбах людей), особенно роль столкновений, изменения наклона оси (что влияет на выраженность смены времен года), наличия атмосферы, скорости движения вокруг своей оси (она может зависеть от резонансов) и др.³⁸ Так, в *Главе 3* мы описывали, как магнитное поле Земли мешает солнечному ветру, который выдувает водород из верхних слоев атмосферы, соответственно, в атмосфере Земли его остается больше. Но в то же время именно влиянием солнечного ветра (и электрического поля) объясняют потерю воды на Венере (Язев 2018: 63).

Гегелевская, марксистская и некоторые другие школы философии трактовали законы как некие внесистемные сущности, влияющие на все явления. Они рассматривали случайности в паре с закономерностями, противопоставляя их законам как нечто неупорядоченное, второстепенное, а соответственно, и не могли найти им нужное место в мировой системе. Этим же страдали детерминист-

³⁸ То, что столкновения являются не просто удобным приемом, используемым в гипотезах, а вполне реальным и, вероятно, нередким событием, видно из прямых наблюдений. Например, в 2003 г. американским телескопом было зафиксировано возможное столкновение двух экзопланет (находящихся примерно в ста световых годах от Солнечной системы). Компьютерное моделирование показало, что одно тело меньшего размера (приблизительно с Луну) разрушилось, а другое – размером с Меркурий – значительно пострадало, но сохранилось (Зеленый и др. 2009: 126).

ские философии, представителям которых не нравились любые отклонения от вечных и неизменных законов (см. об этом ниже). Между тем случайности – это важнейшие способы реализации многих путей эволюции. *Случайности – важный способ отбора, как ненаправленного, так и направленного, на всех уровнях эволюции; это мощнейший способ расширения разнообразия, создания небывалых комбинаций, проведения многочисленных экспериментов, которые и открывают путь к новым вариантам и новым уровням; это важный механизм многолинейности эволюции; случайности – способ поиска пути в неизведанное, который постоянно осуществляет эволюция.* Наконец, случайности – эта та форма свободы, которая необходима в процессе жизненного пути объектов³⁹.

Нижеприведенный фрагмент о законах как форме познания объективной реальности важен и сам по себе, и для уточнения позиции автора. Должно быть ясно, что именно автор понимает под эволюционными законами, тенденциями и правилами. А они существенно отличаются от законов природы, которые действуют постоянно, потому что первые в процессе развития реальности видоизменяются, а вторые – нет. Точнее говоря, эволюционные законы природы видоизменяются гораздо более наглядно, чем законы природы, определяющие сохранение порядка. Но изменения есть в любом случае. Звезда существует миллиарды лет, а живое существо – годы или десятилетия. Поэтому простое наблюдение говорит, что живое существо изменяется, а звезда – нет. Но на самом деле мы теперь знаем, что постоянно изменяется и звезда, только мы не в состоянии заметить это. То же касается и любых законов, точнее, наших формулировок этих законов. По сути, представления о вечных и неизменных законах мироздания умерли вместе с появлением теории относительности Эйнштейна. Однако представления о законах природы, которые действуют как бы инвариантно, везде и всегда одинаково, независимо от обстоятельств и т. п., очень и очень живучи. Законы природы и социальной эволюции до сих пор многими понимаются чаще всего именно

³⁹ Вот одно из таких случайных проявлений. Гиперион, спутник Сатурна, кувыркается во время прохождения орбиты, имеет некруглую форму, пористую структуру (Язев 2018: 222). Это явное отступление от нормы, которое тем не менее увеличивает разнообразие.

в классическом объективистском или эссенциалистском, по К. Попперу, плане (см., например: Поппер 1983: 299–306), то есть как всеобъемлющие, абсолютные и непреложные, проистекающие из некоей вечной сущности. А отсюда рождалось и продолжается рождаться обманчивое убеждение, что «между природой и знанием существует полное совпадение» (см.: Bunzl 1997: 105). Но абсолютно неправильно рассматривать законы (тем более общественные) как некую особую силу, которая проявляется одинаково и инвариантно во всех ситуациях, с «железной» или «неумолимой» необходимостью; думать о них как о некоей «предвечной сущности» или полагать, что «существуют вечные сами по себе, по своему внутреннему значению, ненарушаемые и неизменные законы общественной жизни, которые одни лишь определяют сохранение и развитие этой жизни» (Франк 1992; см. также примеры подобных взглядов в: Нагель 1977: 94–95).

Все это уходит корнями в период неразвитой науки, которая представляла законы как нечто такое, что запрятано под оболочкой явлений и к чему необходимо пробиться. Г. Башляр отмечал по этому поводу, что наука прошлого была устремлена на овладение (в смысле познания) реальностью, трактуемой как внешний объект, как «вещь», скрытая от человеческого взора броней «явлений». К ней, этой глубокой реальности, нужно было прорваться (в той мере, в какой это вообще возможно), «раскопать» ее под грудой явлений (см.: Башляр 1987: 17–18). А. Уайтхед подчеркивал: «Спекулятивная философия во многом исходила из того, что необходимость в универсальности означает, что во Вселенной имеется сущность, не позволяющая какие-либо взаимоотношения вне ее самой, что (в противном случае) было бы нарушением ее рациональности. Спекулятивная философия как раз и разыскивает такую сущность» (Уайтхед 1990: 273). Объективизм и имманентная вера в то, что законы природы и общества существуют как-то сами по себе, выражается даже в часто встречаемых формулировках вроде: «Общее представлено законом, которому эти явления *подчиняются*» (Кедров 2006: 27). Тогда как гораздо корректнее было бы сказать: «...которым эти явления охватываются, описываются или объясняются».

С учетом сказанного, под **научным** законом можно полагать некое утверждение, созданное на основе обобщения множества более или менее сходных случаев, объединенных

общими подходами, выводами, логикой, правилами соответствия и интерпретации. Таким образом, в нашем понимании *научный закон есть утверждение о том, что нечто произойдет в той или иной степени полноты или не произойдет при строго оговоренных условиях.*

Стоит подчеркнуть: речь идет не о том, что нечто произойдет неизбежно, то есть вопреки всему, но о том, что оно произойдет неизбежно только в одном смысле, а именно: только если, только там и только тогда, насколько, где и когда совпадут необходимые для его совершения условия. Но именно здесь и пролегает граница между обычными и эволюционно новыми явлениями и процессами. Если первые происходят часто, и поэтому такое совпадение условий можно предсказать и рассчитать, то для эволюционно новых, открывающих новый виток развития вещей, такое совпадение в каком-либо месте и времени всегда есть ситуация уникальная и крайне редкая, практически непредсказуемая.

Поэтому говорить о качественных эволюционных рывках как о законах вполне правомерно и можно, но непременно оговаривая, что такие законы качественного развития по типу принципиально отличаются от обычных классических повторяемых законов, которые не ведут к важным (то есть неизвестным ранее) качественным изменениям⁴⁰. Например, даже если мы будем точно знать, при каких именно условиях зародилась жизнь на Земле или появился человек разумный, это не значит, что данные события повторятся. Для этого требуются слишком исключительные условия. Но это и не значит, что данные события были только случайными. Нет, в особом смысле их вполне можно считать закономерными, но для этого целесообразно относить их к тому разряду редких качественных эволюционных рывков, которые совершаются только при совпадении уникальных условий.

Соответственно, формулировки (а значит, во многом и суть) законов не могут быть полностью объективными, поскольку любая формулировка человеческого ума «обусловлена историческими обстоятельствами, а субъективно – те-

⁴⁰ Такими классическими законами является большинство физических законов, включая закон всемирного тяготения. Эти различия между повторяющимися и уникальными явлениями хорошо подмечены синергетикой. Как пишут И. Пригожин и И. Стенгерс, «при переходе от равновесных условий к сильно неравновесным мы переходим от повторяющегося и общего к уникальному и специфическому» (Пригожин, Стенгерс 2000: 21).

лесным и духовным состоянием своего создателя» (Маркович 1993: 9).

П. Бергер и Т. Лукман удачно сформулировали отношение к объективности мира для подобных философских ситуаций: «Для наших целей достаточно определить “реальность” как качество, присущее феноменам, иметь бытие, независимое от нашей воли и желания (мы не можем “от них отделаться”), а “знание” можно определить как уверенность в том, что феномены являются реальными и обладают специфическими характеристиками» (Бергер, Лукман 1995: 9).

Книга Анри Пуанкаре «Последние мысли» открывается очень показательным моментом, хорошо иллюстрирующим невозможность выбраться из логических противоречий при исходной посылке, что законы природы реально существуют. А. Пуанкаре упоминает, что философ Э. Бутру задает такой вопрос: не подвержены ли изменениям законы природы? Возможно ли, чтобы весь мир непрерывно эволюционировал, а сами законы, то есть правила, по которым эта эволюция совершается, одни оставались неизменными? (На наш взгляд, вопрос весьма коварный, напоминающий тот, который задавали гимназисты преподавателю Закона Божьего: «Если Бог всемогущ, может ли он создать такой камень, который и сам бы не мог поднять?») И далее сам Пуанкаре с тонкой иронией замечает: «Ученые, конечно, никогда не согласятся с тем, что законы могут быть подвержены изменению; в том смысле, в каком они понимали бы эту идею, они не могли бы признать ее, не отрицая законности и даже возможности науки. Но философ может с полным правом поставить такой вопрос, рассмотреть различные решения, им допускаемые, и заключения, к которым они приводят...» (Пуанкаре 1990: 525).

Таким образом, налицо дуализм, заключающийся в том, что реальность объективна, а познание и формулировки законов в той или иной степени всегда субъективны (есть плод познания). Исходя из сказанного, нам кажется, что **законом природы и общества вполне можно считать условно выделенные в процессе анализа часть, сторону, аспект и т. п. целостной реальности, у объектов и явлений которой в данных границах мы обнаруживаем определенные общие свойства, причинно-следственные связи и т. п.** «...Если предположить, что природная среда – это совокупность определенных объектов, характер которых может быть понят

нами только частично, то из этого следует, что нам известны только некоторые законы, действующие в этой среде» (Уайтхед 1990: 510). Повторим, сказанное особенно важно для понимания эволюционных законов. Мы, в частности, увидим это в *Главе 9*, где будем рассматривать очень интересную теорию химической эволюции А. П. Руденко (1969), ограниченность которой во многом происходит от того, что ее автор считал, будто открыл основной закон химической эволюции (то есть *ее сущность*), которым можно объяснить весь ход химической эволюции. На самом деле основным законом можно считать какой-то реально важный и универсальный закон только очень условно, только в определенной системе координат, выбранной для научной задачи. В противном случае происходит то, что одним параметром пытаются объяснить все явления (как это произошло и в случае теории Руденко, в которой он пытался свести всю химическую эволюцию к эволюции катализаторов).

Иерархичность, задаваемая гравитацией, создала в Солнечной системе по крайней мере три уровня: Солнце – планеты – спутники. У крупных планет нижний уровень весьма разнообразен. Это разные по калибру и характеристикам спутники и кольца. Но помимо главной иерархии существуют и иные, также трехуровневые: Солнце – карликовые планеты – их спутники (по крайней мере, они есть у Плутона) или кольца (как у Хаумеа). Есть и еще более маргинальная иерархия, похожая на только что описанную: Солнце – малые планеты (или астероиды, планетоиды) – их спутники или кольца. И если рассматривать эти боковые (латеральные) линии, то мы видим, что даже за малыми планетами имеется еще один уровень. Здесь налицо определенная многолинейность в системе. Возвращаясь к главной иерархии, можно добавить, что если у Реи все же обнаружатся кольца, то в ней возникнет четвертый уровень. Таким образом, мы видим иерархичность в рамках одной системы – Солнечной. Однако с учетом того, что Солнечная система весьма сложна, перед нами одновременно и ситуация иерархичности подсистем, хотя можно говорить и об иерархичности систем⁴¹. По-

⁴¹ В целом в астрономии в качестве основных уровней структурной иерархии обычно выделяют: планетарный, звездный с планетарными системами, галактический, метагалактический (Данилова, Кожевников 2008: 95).

следняя, какой бы силой она ни вызывалась, широчайшим образом распространена на всех уровнях эволюции. Иерархичность также ведет к делению системы на условно полупериферию и периферию. Система весьма распространенная, и мы о ней уже неоднократно говорили. В целом перед нами очень важный и распространенный принцип, который можно назвать *системной иерархичностью*.

Попутно заметим, что в социальных и биологических системах, помимо иерархии, существует так называемая гетерархия (то есть объединение равных), а также различные промежуточные формы между иерархиями и гетерархиями. На первый взгляд, в космическом мире с преобладанием гравитации должны встречаться только иерархии. Однако это не так. Гетерархии, по сути, это горизонтальные связи, части, создающие ассоциации. Звездные ассоциации – один из видов гетерархии. Но и так называемые пояса (астероидов и Койпера) тоже ближе к гетерархиям (хотя внутри них есть более тесные ассоциации и группы, как и в галактиках). Кольца планет – также своего рода гетерархические ассоциации бывших планетезималей и их обломков. Иными словами, иерархии и гетерархии широко встречаются в космическом мире, а поскольку о сделанных находках эволюция не забывает, то они играют важную роль и на более высоких ее уровнях.

Паттерн более тесных сообществ. В космическом мире благодаря гравитации и ее свойствам (зависимости от расстояния и способности ничем не отражаться) каждый достаточно уединенный объект способен контролировать вокруг себя некоторую область. Такая область влияния есть вокруг любой планеты, и в ней могут удерживаться менее массивные тела – спутники. Соответственно, имеются и пределы пространства, в которых могут потенциально находиться спутники планет. Но они (эти потенциальные области нахождения спутников) у планет-гигантов до конца еще не исследованы, так что могут (и, скорее всего, будут) обнаруживаться и новые спутники.

В плане дополнительного понимания сложности Солнечной системы и влияния этой сложности особенно важно правило *зависимости меньшей системы от более крупной*. Прослеживается сильная зависимость важных черт и нередко судьбы меньшей системы от особенностей более крупной, куда входит первая. В миниатюре

(благодаря гравитации) система «планета – спутники» может рассматриваться как копия Солнечной системы, со своими закономерностями в распределении спутников по орбитам и их физическим свойствам (Сурдин 2011). То есть принцип «центр и периферия» (с вариациями на полупериферию и совсем отдаленные области) сохраняется (система работает, как мы помним, еще с модели атома).

Указанное правило имеет много аспектов. В частности, одна из центральных задач космофизики – изучить геометрические характеристики объектов в обобщенном смысле этого слова, имея в виду соподчинение между крупными, средними и мелкими масштабами наблюдаемых динамических явлений в пространстве и во времени. Коротко это называют самоорганизацией или многомерной геометризацией. Данная идея пронизывает современное естествознание во всех его разделах, где необходимые и достаточные для количественного описания физические законы в общем их виде представляются уже надежно установленными. Соотношение между комбинациями входящих в них безразмерных параметров настолько многообразно и малоизучено, что остается очень широкий простор для исследований в рамках установленных ранее фундаментальных закономерностей (Веселовский 2010).

То, что в рамках Солнечной системы имеются более тесные семьи – планетные системы (Сурдин 2011), есть одно из проявлений *паттерна более тесных сообществ и ограниченных по размерам групп объектов*. Это выражается в том, что основными ячейками, базовыми группировками систем и крупных подсистем являются сравнительно небольшие группы объектов (живых существ), которые имеют в рамках этих малых групп более тесные контакты, чем вне их. Иными словами, объекты и живые существа группируются в сравнительно небольшие по составу тесные сообщества. И это не только очевидно для живой природы и человеческого общества (где сразу на ум приходит пример семей и групп по интересам), но верно и для небесных тел (например, двойные звезды, а также группы из большого количества взаимодействующих между собой звезд, от трех до семи). Особенно тесными отношения выглядят, конечно, в рамках планеты и спутников. При этом у космических тел влияние такого тесного общения оказывается очень большим

и даже ведет к взаимному истощению. Примером последнего являются Плутон и Харон, которые уже вращаются не самостоятельно, а синхронно (см. ниже), или двойные звезды, когда материя одной звезды переходит в другую.

Здесь, возможно, имеет смысл сказать, что обычный порядок эволюции звезд, который является частью *правила необратимости процессов в онтогенезе*, несколько нарушается в отношении двойных звезд. Последние, представляя собой как бы единую систему, в некоторых случаях могут обмениваться массой. Сойдя с главной последовательности и разбухая на стадии красного гиганта, одна из звезд постоянно теряет свое вещество, а другая, которая все еще находится на главной последовательности, за счет попадания его на свою поверхность приобретает дополнительную массу. В результате массивная звезда может превратиться в немассивную, а ее менее массивная соседка – наоборот. В этом случае первоначально немассивная звезда, став массивной, будет все еще находиться на главной последовательности, а ее партнерша, которая теперь стала меньше соседки, тем не менее уже расширилась до размеров субгиганта; это означает, что срок оставшейся ее жизни уже не столь долгов (см. подробнее: Липунов 2008: 66–67). Смысл этого парадокса в том, что в обычной ситуации более массивная звезда сходит с главной последовательности раньше, чем менее массивная, так как в первой процессы горения идут быстрее. Иными словами, у более массивной звезды жизнь короче, чем у менее массивной. В двойной системе же красный гигант в результате потери массы становится менее массивным, а звезда, которая остается на главной последовательности, за счет получения массы становится более массивной, но будет жить дольше, чем менее массивный красный гигант. Этот парадокс чем-то напоминает «нарушение» второго начала термодинамики в холодильных установках (за счет заимствования дополнительной энергии тепло идет от менее нагретого тела к более нагретому). Полагаем, что такого рода парадоксы можно увидеть и на других уровнях эволюции, когда за счет дополнительной энергии отдельные индивиды или системы могут обновляться и омолаживаться. В социальной эволюции таким образом нередко обновлялись целые этносы и государства за счет насильственного включения в свой со-

став пленных или переселенных народов, с помощью награбленного богатства расцветали культуры. Пересадка стволовых клеток сегодня способна замедлить старение человеческого организма (Гринин 2013).

Новый класс объектов. В 2006 г. решением Ассамблеи Международного астрономического союза (МАС) не только Плутон был «разжалован» из крупной планеты в карликовую, но, по сути, в классификации астрономических тел появился новый класс объектов – карликовые планеты. Ранее их относили то к планетам (как Плутон), то к астероидам (как Церере). Это напоминает ситуацию, когда открывают новые типы и царства биологии или новые типы обществ в социологии. Отметим, что в заявлении МАС было сказано, что произошло «революционное изменение» в системе взглядов человека на окружающий его мир и устройство нашей Галактики. И с этим можно согласиться. Но дело отнюдь не только в принятом решении, а в том, что количество таких объектов может быть очень велико. До открытий в поясе Койпера в 1990-е гг. было известно только два тела, которые сейчас стали называть карликовыми планетами – астероид Церера, который содержит почти треть общей массы пояса астероидов, и Плутон, который считался девятой планетой. В результате открытий были зафиксированы сотни малых планет (или планетоидов) с диаметрами порядка сотен километров, двигающиеся по схожим с плутоновой орбитам⁴². И наряду с указанными планетоидами, обладающими самыми разными формами, в поясе Койпера был открыт ряд объектов сферических форм и сравнимых с Плутоном размеров. В итоге потребовалась коррекция, в результате чего и были обозначены как особый класс небесных тел карликовые планеты. Соответственно, и Плутон, и Церера получили новый статус.

Но с точки зрения *закона распределения объектов* здесь логика в соотношении числа планет и карликовых планет представляется нарушенной⁴³. Согласно этому закону, количество небольших объ-

⁴² По аналогии с Великими географическими открытиями этот период стали называть великими планетологическими открытиями. Только в период с 1999 по 2003 г. за орбитой Плутона было обнаружено более 800 объектов (Донских, Ушаков 2007). И этот период великих планетологических открытий продолжается до сих пор.

⁴³ Это правило может быть сформулировано таким образом. Число мелких объектов значительно превосходит число крупных. По числу объектов во Вселенной, так же как на биологическом и социальном уровнях, всегда доминируют мелкие объекты, а крупные со-

ектов, то есть карликовых планет, должно было быть намного большим, чем число планет. Между тем сейчас дело обстоит наоборот: восемь крупных планет и всего пять карликовых. Это выглядит противоестественно. Нормальным было бы соотношение 80 карликовых к восьми крупным. Поэтому думается, что рано или поздно число карликовых планет, официально признанных такими, резко увеличится и существенно превзойдет количество крупных планет. В принципе, не исключено, что при дальнейшем исследовании Солнечной системы в классификацию тел будут внесены и другие изменения, возможно, обнаружатся новые классы объектов. Это обычный путь развития наук, показывающих безграничность природы и эволюции.

Сказанное вполне возможно еще и потому, что, по общепринятой гипотезе, пояс планетоидов и астероидных тел на далекой окраине Солнечной системы содержит протовещество, из которого сформировались Солнце и крупные планеты. Однако этот крайний пояс не стал планетой и не претерпел особых изменений за время существования Солнечной системы. Как мы уже говорили, предполагается, что его объекты по составу представляют собой лед (в основном из водных, азотных, метановых, аммиачных, углекислых и прочих льдов) с небольшими примесями органических веществ, то есть близки к веществу комет (Данилова, Кожевников 2008: 96). Однако никто не знает, что нас ожидает там на самом деле...

Аналоги земных явлений. Мы уже неоднократно говорили, что те или иные явления, системы и т. п., которые рассматриваются нами как основные с определенной (но вполне обоснованной) точки зрения, могут иметь некие важные подобию (например, по массе, функциям, сложности организации, преадаптациям) в маргинальных/латеральных линиях или сегментах. Последние в случае указанного подобию можно рассматривать как *аналоги* основных (см. выше об уровнях систем). И это становится еще более продуктивным, если обнаруживается, что маргинальные/латеральные объек-

ставляют лишь небольшую в плане количества объектов часть. В то же время, напомним, в тесно связанном с этим правилом законе неравномерности концентрации вещества и энергии говорится о том, что в небольшом количестве крупных объектов сосредоточена основная масса. Поэтому-то с увеличением размеров количество тел убывает по степенному закону.

ты могут в определенных условиях трансформироваться в объекты ведущей линии. Так, например, мы рассматривали звезды и гигантские облака из молекулярного водорода как основные и аналоговые (по сложности) космические объекты. Мы мотивировали свой вывод тем, что, во-первых, в определенных условиях они превращаются друг в друга, а во-вторых, в молекулярных облаках длительное время развивалась космическая линия химической эволюции, чего не наблюдалось в такой мере в звездах из-за высокой температуры (Гринин 2013; см. также *Главу 10; Заключение*, в том числе Рис. 2). Но различие классических типов и аналогов, тем более главных и латеральных линий, не абсолютно, а зависит, помимо позиции наблюдателя и целей исследования, также от отсроченных результатов эволюции. Дело в том, что в процессе эволюции латеральные линии могут стать главными, а аналоги – превратиться в классические типы.

В отношении планет имеет смысл говорить в том числе и об аналогах некоторых земных явлений. Что мы можем выделить в этом плане? Во-первых, на безводных планетах поверхность (кора) делится на материки и океаны. Это явный аналог земного разделения, однако это также имеет и существенные планетологические (геологические) основания, как мы увидим в следующей главе. Во-вторых, могли быть аналоги «рек», заполненных вместо воды потоками сильно перегретых коматиитовых лав (лав комплекса ультраосновных и основных пород) или еще более экзотическими жидкостями вроде расплавленных карбонатов или расплавленной серы (как это предполагают в прошлом Венеры; см. об этом в *Главе 3*). А на далеких планетах с низкими температурами роль воды могут играть сера или метан, где они переходят в жидкое состояние. В этом плане очень интересен спутник Сатурна Титан. На этом спутнике обнаружено более 400 озер из жидкого метана, при этом крупнейшее озеро больше Каспийского моря. На Титане же (и не только на нем) водяной лед играет роль горных пород на Земле. Мало того, там есть и осадочные породы, только вместо органических осадков, возникших из живых организмов, осадками становятся неживые органические вещества. Так, на поверхности Титана можно ожидать многометровый слой органических (из метана и других веществ) осадочных пород (Язев 2018: 219).

Однако источник метана на Титане не определен. Между тем он является важнейшим предбиологическим соединением и ключом к пониманию происхождения Титана и его атмосферы, по многим параметрам схожей с ранней атмосферой Земли. Поэтому генезис метана и других летучих в атмосфере этого спутника Сатурна представляется одной из важнейших задач современной космохимии, а изучение состава атмосферы и органических соединений чрезвычайно важно с точки зрения понимания физико-химических процессов, протекавших на ранней стадии эволюции Земли. Одновременное существование азота, сложных соединений углерода, жидкой воды, содержащей растворенные соли и летучие компоненты, а также различных энергетических источников потенциально создает предпосылки для возникновения примитивных форм жизни на некоторых спутниках планет-гигантов (Кусков и др. 2009: 514).

Поскольку на ряде планет существуют атмосферы, в рамках планетологии можно говорить о сравнительной климатологии (в *Главе 9* мы еще будем говорить о древней гидросфере Марса). Здесь также есть широкое поле для определения аналогов земных явлений. Ураганы, сезонные движения воздушных масс (на Марсе), грозы, пылевые бури, замерзание воды и таяние ледников, снегопады (на Марсе – замерзшая углекислота), резкая смена жарких и холодных периодов, приливы и отливы, в том числе литосферы, и т. п. характерны для многих планет и их спутников. Это избыточное разнообразие, как часто бывает в эволюционных процессах, создает возможности для новых явлений при появлении определенных условий.

Вернемся к криовулканизму. Не исключено, что геологические закономерности аналогичны для всего мегамира, хотя при этом геологическая активность и даже, как часто говорят, «геологическая жизнь» происходят на основе различных субстратов и в очень большом диапазоне существующих во Вселенной температур (см.: Пикельнер 1976; Данилова, Кожевников 2008: 99). Соответственно, имеют место огромное своеобразие и удивительные с земной точки зрения явления, число которых, несомненно, будет постоянно возрастать. Это наглядно иллюстрируется криовулканизмом. Помимо

Тритона, криовулканизм (включая древний) обнаружен также на спутниках Сатурна и Юпитера: Энцеладе, Европе, Ганимеди, Титане, Умбриэле, Титании, Обероне, Ариэле, Дионе, Тефии. Криовулканизм, по-видимому, достаточно широко распространен в поясе Койпера. Зафиксированы факты этого явления в двойной системе Плутон – Харон, в целом они подобны механизмам криовулканизма на Тритоне, но менее масштабные. Водно-аммиачный лед на спутнике Плутона Хароне нарастает в толщину около 1 мм в 100 тыс. лет. Существует предположение, что постоянно обновляемая гладкая поверхность Седны является результатом деятельности криовулканов на ее поверхности (Данилова, Кожевников 2008: 99).